

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-266100

(43) 公開日 平成7年(1995)10月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 3 0 B 15/26

B 2 3 Q 15/00

// B 2 1 D 22/20

3 0 1 H

Z 9346-4E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願平6-63264

(22) 出願日

平成6年(1994)3月31日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 桐井 一成

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

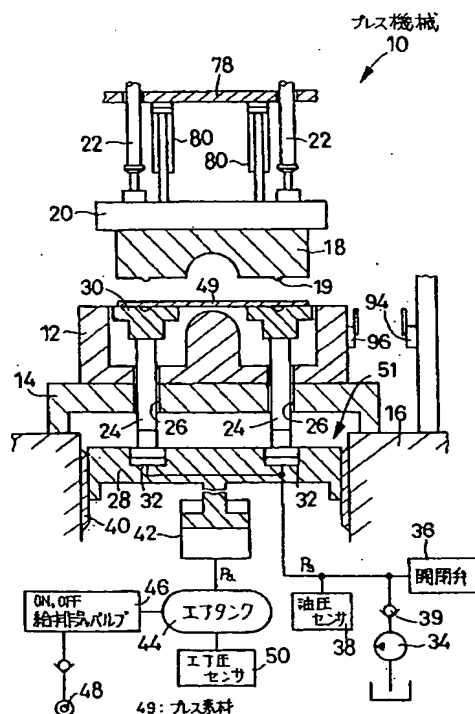
(74) 代理人 弁理士 池田 治幸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プレス加工条件設定方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 プレス素材の材質や板厚などがばらついても所定のプレス品質が得られるようにプレス加工条件を設定する。

【構成】 プレス素材49の形状や機械的性質、化学的性質、メッキなどの積層特性、油量等の表面状況などの物理量と、所定のプレス品質が得られる適正しわ押え荷重(適正プレス加工条件)との関係を予め求めておき、その関係から実際の物理量に応じて適正しわ押え荷重を求め、その適正しわ押え荷重でプレス加工が行われるようにエアシリンダ42のエア圧PaをON、OFF給排気バルブ46によって調圧する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プレス品質に影響を与えるプレス加工条件を加工条件調整手段によって調整できるプレス機械において、プレス素材に応じて所定のプレス品質が得られるように前記プレス加工条件を設定する方法であって、前記プレス素材の所定の物理量と所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件とに関して予め定められた関係から、実際の物理量に応じて適正プレス加工条件を求める第1工程と、

前記加工条件調整手段により前記プレス機械のプレス加工条件を前記第1工程で求められた適正プレス加工条件に調整する第2工程とを有することを特徴とするプレス加工条件設定方法。

【請求項2】 プレス品質に影響を与えるプレス加工条件を加工条件調整手段によって調整できるプレス機械において、プレス素材に応じて所定のプレス品質が得られるように前記プレス加工条件を設定する装置であって、前記プレス素材の所定の物理量と所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件との関係が予め記憶された関係記憶手段と、

前記プレス素材の実際の物理量を入力する物理量入力手段と、

該物理量入力手段によって入力された実際の物理量に応じて、前記関係記憶手段に記憶された関係から適正プレス加工条件を求める加工条件演算手段とを有することを特徴とするプレス加工条件設定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプレス機械に係り、特に、プレス素材に応じて所定のプレス品質が得られるようにプレス加工条件を設定する方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一對の金型を接近離間させてプレス加工

$$Pax = (Fso + Wa + Wr + n \cdot Wp) / Aa \quad \dots (1)$$

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記しわ押え荷重 Fso 等のプレス加工条件は、実際にプレス加工を行うプレス素材と同じものを用いて求められるが、このプレス素材の材質や板厚などにばらつきがあると、プレス品質の再現性が悪くなる。例えば自動車の外板パネルなどを絞り加工する場合には、帯板をロール状に巻回したコイル材を使用しているが、コイル材毎に材質や板厚等は所定の許容範囲内ではばらつきがあるとともに、同じコイル材でも内周部分と外周部分とでは残留応力の相違などで材料特性が異なり、同じプレス加工条件でプレス加工を行ってもプレス品質が相違することがある。プレス素材の材質や板厚等を厳しく管理するか、材質や板厚等が多少ばらつきでも割れや皺、歪などを生じ難い高グレードのプレス素材を採用すれば、不良品の発生を防止

を行うプレス機械が従来から多用されているが、このようなプレス機械は、プレス品質に影響を与えるしわ押え荷重やプレス荷重等のプレス加工条件を加工条件調整手段によって調整できるようになっている。図1および図2は、均圧クッション装置を備えたシングルアクション型のプレス機械の一例で、しわ押えリング30によってしわ押えを行いつつダイス型18およびポンチ型12によって絞り加工を行うものであるが、プレス加工条件としてのしわ押え荷重は、加工条件調整手段としてのON, OFF給排気バルブ46によりエアシリンダ42のエア圧 Pa を変更することによって調整できるし、プレス加工条件としてのプレス荷重或いは成形荷重は、加工条件調整手段としてのダイハイト調整機構52により相対距離 h を変更することによって調整できる。また、かかるプレス加工条件の設定に際しては、例えば特開平5-285700号公報に記載されているように、金型固有の金型情報およびプレス機械固有のマシン情報に基づいて自動設定することが提案されている。上記しわ押え荷重の設定について具体的に説明すると、適正な絞り加工を行うことができるしわ押え荷重 Fso 、しわ押えリング30の重量 Wr 、クッションピン24の使用本数 n を、金型情報として予めトライプレス（金型製作時に試し打ちを行うプレス機械）により試し打ちを行って求めておき、マシン情報としてのクッションパッド28の重量 Wa 、クッションピン24の重量 Wp 、エアシリンダ42の受圧面積 Aa を用いて、次式（1）に従ってエア圧 Pax を算出し、エアタンク44内のエア圧 Pa がそのエア圧 Pax となるように、エア圧センサ50でエア圧 Pa を検出しながらON, OFF給排気バルブ46を切換制御すれば、しわ押え荷重 Fso でプレス加工が行われるのである。このようにすれば、プレス機械の個体差により上記重量 Wa や Wp 、受圧面積 Aa にばらつきがある場合でも、一定のしわ押え荷重 Fso でプレス加工が行われるようになり、同じプレス品質を再現できる。

できるが、製造コストが高くなる。

【0004】 本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、プレス素材の材質や板厚などがばらつきても所定のプレス品質が得られるようにプレス加工条件を設定することにある。

【0005】

【課題を解決するための第1の手段】 かかる目的を達成するために、第1発明は、プレス品質に影響を与えるプレス加工条件を加工条件調整手段によって調整できるプレス機械において、プレス素材に応じて所定のプレス品質が得られるように前記プレス加工条件を設定する方法であって、（a）前記プレス素材の所定の物理量と所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件とに関して予め定められた関係から、実際の物理量に応じて適正プレス加工条件を求める第1工程と、（b）前記加工条件

調整手段により前記プレス機械のプレス加工条件を前記第 1 工程で求められた適正プレス加工条件に調整する第 2 工程とを有することを特徴とする。

【0006】

【第 1 発明の作用および効果】かかるプレス加工条件設定方法によれば、プレス素材の所定の物理量と所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件とに関して予め定められた関係から、実際の物理量に応じて適正プレス加工条件を求め、加工条件調整手段によりプレス機械のプレス加工条件をその適正プレス加工条件に調整するようにしているため、プレス素材の物理量がばらついても所定のプレス品質を再現できる。これにより、プレス素材のばらつきに起因する不良品の発生が防止されるとともに、プレス素材の材質や板厚等に関する保証精度が軽減される。また、材質や板厚等の僅かなばらつきに起因して割れや皺、歪などが発生し易い低グレードで安価なプレス素材を採用しても、所定のプレス品質が得られるようになり、製造コストを低減できる。

【0007】ここで、上記プレス素材の所定の物理量としては、板厚や寸法、引張強度や r 値、 n 値などの機械的性質、カーボン混入量等の化学的性質、メッキの有無や種類、面粗度などの表面状況等、しわ押え荷重や成形荷重などのプレス加工条件が同じでもプレス品質が変化するもので、調整すべきしわ押え荷重や成形荷重等のプレス加工条件に応じて定められ、実際に試験機や測定装置などを用いて測定するようにしても良いし、材料メーカーからプレス素材と共に送られて来た物理量データを用いることも可能である。そして、それ等の物理量をパラメータとして所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件との関係が定められるが、所定のプレス品質は、割れや皺、歪、スプリングバック、反りなど、製造すべきプレス品に必要とされる項目について定められ、物理量と適正プレス加工条件との関係は、実験データやシミュレーション、理論式などによって求められ、演算式等の形で定められる。実際の物理量そのものから適正プレス加工条件が求められるようにしても良いが、標準物理量と実際の物理量との偏差に応じて、予め定められた標準プレス加工条件を補正するようにしても良い。プレス品質に影響を与える程のばらつきが存在しないような物理量は必ずしも考慮する必要はないし、プレス品質に大きな影響を与える板厚など、1 或いは数種類の物理量のみについて、適正プレス加工条件との関係が定められても良い。また、金型形状によって適正プレス加工条件は異なるため、上記物理量と適正プレス加工条件との関係を金型毎に定めるか、金型の所定の物理量、例えばプレス加工時におけるプレス素材の流入角度や流入量等をパラメータに含めて適正プレス加工条件との関係を定めることになる。

【0008】しわ押え荷重や成形荷重などのプレス加工条件は、加工条件調整手段によって調整されるが、これ

は、ロードセルや歪ゲージなどで成形荷重等のプレス加工条件を測定しつつ、そのプレス加工条件が適正プレス加工条件となるように加工条件調整手段を手動操作するようにしても良いし、加工条件調整手段によって直接制御される制御量を変更しながら歪ゲージなどの測定値をコンピュータに取り込み、制御量とプレス加工条件との関係を求めて適正プレス加工条件となる適正制御量を求め、その適正制御量となるように加工条件調整手段を自動制御するようにしても良い。プレス加工条件によっては、適正プレス加工条件となる適正制御量を演算式によって算出し、その適正制御量となるように加工条件調整手段を自動制御することも可能であり、その場合にプレス機械側のマシン情報や金型側の金型情報が必要な場合は、それらの情報を予め入力しておけば良い。コンピュータによって求めた適正制御量が表示されるようにして、その適正制御量となるように作業者が加工条件調整手段を手動操作するようにしても良い。

【0009】

【課題を解決するための第 2 の手段】第 2 発明は、プレス品質に影響を与えるプレス加工条件を加工条件調整手段によって調整できるプレス機械において、プレス素材に応じて所定のプレス品質が得られるように前記プレス加工条件を設定する装置であって、(a) 前記プレス素材の所定の物理量と所定のプレス品質が得られる適正プレス加工条件との関係が予め記憶された関係記憶手段と、(b) 前記プレス素材の実際の物理量を入力する物理量入力手段と、(c) その物理量入力手段によって入力された実際の物理量に応じて、前記関係記憶手段に記憶された関係から適正プレス加工条件を求める加工条件演算手段とを有することを特徴とする。

【0010】

【第 2 発明の作用および効果】すなわち、この第 2 発明は前記第 1 発明のプレス加工条件設定方法を好適に実施できる装置に関するもので、物理量入力手段によってプレス素材の実際の物理量が入力されると、関係記憶手段に予め記憶されたプレス素材の所定の物理量と適正プレス加工条件との関係から、上記入力された実際の物理量に応じて適正プレス加工条件が加工条件演算手段によって求められる。そして、プレス機械のプレス加工条件がその適正プレス加工条件となるように、加工条件調整手段を加工条件制御手段などで自動制御するか、或いは表示盤等に表示された適正プレス加工条件に従って作業者が手動操作することにより、その適正プレス加工条件でプレス加工を行うことができる。したがって、この第 2 発明においても、プレス素材の物理量のばらつきに拘らず所定のプレス品質が再現されるなど、前記第 1 発明と同様の効果が得られる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、自動車外板パネル等の絞り加工

を行うシングルアクション型のプレス機械 10 の一例で、下型としてのポンチ型 12 が取り付けられるボルスタ 14 は、ベース 16 上の所定位置に位置決め固定される一方、上型としてのダイス型 18 が取り付けられるスライドプレート 20 は、例えば駆動モータや歯車、クランク軸、ジョイントピン、リンクなどを備えた図示しない昇降駆動手段により 4 本のプランジャ 22 を介して上下移動させられるようになっている。ボルスタ 14 には、クッションピン 24 を配設するために多数の貫通孔 26 が設けられており、ボルスタ 14 の下方には、それ等のクッションピン 24 を支持するクッションパッド 28 が配設されている。クッションピン 24 は、上記ポンチ型 12 と共に配設されるしわ押え型としてのしわ押えリング 30 を支持するもので、そのしわ押えリング 30 の形状等に応じて予め定められた所定の位置に任意の数だけ配設される。

【0012】クッションパッド 28 は、上記貫通孔 26 に対応して多数の油圧シリンダ 32 を備えており、クッションピン 24 の下端部はそれぞれその油圧シリンダ 32 のピストンに当接させられるようになっている。クッションパッド 28 はまた、ガイド 40 に案内されつつ上下方向へ移動できるようになっているとともに、常にはエアシリンダ 42 によって上方へ付勢されている。エアシリンダ 42 の圧力室はエアタンク 44 に連通させられているとともに、そのエアタンク 44 は電磁式の ON、OFF 給排気バルブ 46 を介して工場内の圧力エア源 48 に接続されており、ON、OFF 給排気バルブ 46 が切換制御されることにより、圧力室内やエアタンク 44 内のエア圧 P_a が調整されるようになっている。このエア圧 P_a はエア圧センサ 50 によって検出され、1 回のプレス加工毎に初期エア圧が調圧される。上記エアシリンダ 42 はしわ押え荷重付与手段に相当し、プレス加工時に前記しわ押えリング 30 およびクッションピン 24 を介してクッションパッド 28 が押し下げられることにより、エア圧 P_a に応じた下降抵抗がクッションパッド 28 に付与され、そのエア圧 P_a に対応するしわ押え荷重 F_s がしわ押えリング 30 に作用させられる。上記しわ押え荷重 F_s はプレス加工条件で、エア圧 P_a を調整する ON、OFF 給排気バルブ 46 は加工条件調整手段に相当する。エアシリンダ 42 は必要に応じて複数配設されるが、それ等のエアシリンダ 42 の圧力室は共通のエアタンク 44 に接続される。また、上記多数の油圧シリンダ 32 の圧力室は互いに連通させられており、電動ポンプ 34 から作動油が供給されるとともに電磁式の開閉弁 36 が開閉制御されることにより、その圧力室内の油圧 P_s が調整されるようになっている。この油圧 P_s は油圧センサ 38 によって検出されるとともに、複数のクッションピン 24 にしわ押え荷重 F_s が略均等に作用するように調整される。クッションピン 24 やクッションパッド 28、油圧シリンダ 32、エアシリンダ 42 等

により均圧クッション装置 51 が構成されている。

【0013】しわ押えリング 30 上に送給されたプレス素材 49 は、ダイス型 18 が下降させられると先ず周縁部がダイス型 18 としわ押えリング 30 との間で上記しわ押え荷重 F_s により挟圧され、その状態でダイス型 18 が更に下降させられると、中央部分がポンチ型 12 と係合させられることにより周縁部がしわ押え荷重 F_s に抗して中央側へ流入させられ、ポンチ型 12 とダイス型 18 との間で絞り加工が施される。ダイス型 18 のしわ押え面にはピード（突起）19 が設けられ、プレス素材 49 に所定の流入抵抗、すなわちプレス品に皺や割れなどが生じない程度の張力を付与するようになっている。

【0014】一方、前記プランジャ 22 は、図 2 に示されているように、ダイハイト調整機構 52 を介してスライドプレート 20 に連結されている。ダイハイト調整機構 52 は、プランジャ 22 に一体的に設けられたねじ軸 54 に配設されており、そのねじ軸 54 に螺合されたナット部材 56 と、そのナット部材 56 に固定されたウォームホイール 58 と、そのウォームホイール 58 に螺合されたウォームを回転駆動するサーボモータ 60 とを備えている。そして、サーボモータ 60 によってウォームホイール 58 およびナット部材 56 が正逆両方向へ回転駆動されることにより、ねじ軸 54 に対するダイハイト調整機構 52 の高さ位置、すなわちプランジャ 22 とスライドプレート 20 との相対距離 h が変更される。この相対距離 h は、サーボモータ 60 に設けられたロータリエンコーダ 59（図 3 参照）によって検出される。かかる相対距離 h が大きくなる程スライドプレート 20 はプランジャ 22 に対して下降させられ、プランジャ 22 が下降端に達した時の加圧力が変更されるため、相対距離 h は、絞り加工を行う際のプレス荷重 F_p に応じて調整される。なお、4 本のプランジャ 22 は、それぞれ上記ダイハイト調整機構 52 を介してスライドプレート 20 に連結されており、それぞれ相対距離 h が調整される。また、各プランジャ 22 には、それぞれ歪ゲージ 61 が取り付けられ、個々のプランジャ 22 に作用するそれぞれの荷重 F_{oi} ($i = 1, 2, 3, 4$) を検出するようになっている。荷重 F_{oi} は、歪ゲージ 61 の出力信号と図 4 に示す荷重測定装置 100 による測定値との関係を記憶するデータマップなどから求められる。

【0015】上記ダイハイト調整機構 52 は、オーバロード防止用に設けられた油圧シリンダ 62 のピストン 64 に一体的に連結されている一方、油圧シリンダ 62 のハウジングはスライドプレート 20 に一体的に配設されている。油圧シリンダ 62 の圧力室内には作動油が充填されているとともに、その圧力室はシリンダ 66 の油室 68 に連通させられている。シリンダ 66 のエア室 70 はエアタンク 72 に連通させられているとともに、そのエアタンク 72 は電磁式の ON、OFF 給排気バルブ 74 を介して前記圧力エア源 48 に接続されており、O

N, OFF給排気バルブ74が切換制御されることにより、エア室70内やエアタンク72内のエア圧Pcが調整されるようになっている。このエア圧Pcはエア圧センサ76によって検出される。かかるエア圧Pcは、上記油圧シリンダ62に過大な荷重が作用した場合にシリンダ66のピストンがエア室70側へ後退してダイハイト調整機構52とスライドプレート20とが接近することを許容し、プレス機械10や金型等の損傷を防止するように、プレス機械10のプレス能力に応じて調圧される。なお、上記油圧シリンダ62、シリンダ66、エアタンク72等は、4本のプランジャ22とスライドプレート20との連結部にそれぞれ配設されており、それぞれエア圧Pcが調圧される。

【0016】また、前記スライドプレート20は、プレス機械10の機枠78（図1参照）に配設された4本のバランス用エアシリンダ80に連結されている。エアシリンダ80の圧力室はエアタンク82に連通させられておるとともに、そのエアタンク82は電磁式のON, OFF給排気バルブ84を介して前記圧力エア源48に接続されており、ON, OFF給排気バルブ84が切換制御されることにより、圧力室内やエアタンク82内のエア圧Pbが調整されるようになっている。このエア圧Pbはエア圧センサ86によって検出されるとともに、スライドプレート20およびダイス型18の重量と釣り合うように調圧される。なお、4本のエアシリンダ80の圧力室は共通のエアタンク82に接続されている。

【0017】かかるプレス機械10は、図3に示されているようにコントローラ90を備えており、前記エア圧センサ50, 86, 76, 油圧センサ38, ロータリエンコーダ59, 歪ゲージ61から出力されるエア圧Pa, Pb, Pc, 油圧Ps, 相対距離h, 荷重Foiを表す信号は、それぞれコントローラ90に供給される。コントローラ90は、CPU, RAM, ROM, 入出力インタフェース回路, A/Dコンバータ等を有するマイクロコンピュータにて構成されており、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに予め記憶されたプログラムに従って信号処理を行い、前記ON, OFF給排気バルブ46, 84, 74, 開閉弁36を切り換えたり、ポンプ34, サーボモータ60の作動状態を変更したりする駆動信号を出力する。図では、モータ60, 歪ゲージ61, ON, OFF給排気バルブ74, エア圧センサ76が一つずつ示されているだけであるが、プレス機械10が備えている数、本実施例では4つずつについてそれぞれ同様な処理が行われる。

【0018】かかるコントローラ90にはまた、上記エア圧や油圧等を表示するとともに各種の設定や切換え、入力等の操作を行う表示操作盤92, 前記ポンチ型12に設けられたIDカード96（図1参照）から金型固有の金型情報を読み込む送受信機94, しわ押え荷重Fsを設定する際に必要なプレス素材49の所定の物理量を

入力する物理量入力手段98が接続されているとともに、必要に応じて荷重測定装置100が接続される。IDカード96は、金型固有の金型情報を予め記憶しているとともに送信機能および電池を内蔵しており、送受信機94から送信されたデータ取込み信号を受信することにより金型情報を送信するようになっている。物理量入力手段98は、しわ押え荷重Fsが同じでもプレス品質が変化する物理量として、例えば以下のものを入力するためのもので、作業者によって物理量が入力操作されるキーボードなどの入力操作手段や、材料メーカーから送られて来たフロッピーなどの記憶媒体に記憶されている物理量データを読み取る読取装置、或いは物理量を測定する試験機や測定装置などから物理量データを取り込む取込装置などによって構成される。

(a) 形状

- ・板厚t
- ・寸法Da, Db, Wa, Wb（図9参照）

(b) 機械的性質

- ・引張応力 σ_{max}
- ・幅方向の変形し易さを示すr値
- ・n値

- ・塑性変形係数E
- ・降伏点応力値 σ_y

(c) 化学的性質

- ・カーボンC, マンガンMgなどの混入量Ce

(d) 積層特性

- ・メッキの種類と厚さM (Δta , Δtb)

(e) 表面状況

- ・面粗度da
- ・油分の状況Oi

【0019】ここで、上記n値および塑性変形係数Eは、図10に示すように応力(σ)－歪(ϵ)特性を $\sigma = E\epsilon^n$ で近似した場合のnおよびEの値である。積層特性のMはメッキの種類を表しており、 Δta は表側のメッキ厚さ、 Δtb は裏側のメッキ厚さを表している。油分の状況Oiは、油量や粒子の大きさ、弾性係数、光沢などである。また、プレス素材49は図9から明らかなようにコイル材99から切り出されてプレス機械10へ送られるようになっているが、一つ一つのプレス素材49について物理量を入力する必要はなく、コイル材99が交換された時や、同じコイル材99でも時効によって特性が変化する場合は所定時間を経過した時、コイル材99の内周部分と外周部分とで残留応力などにより特性が異なる場合はコイル材99の使用量が所定量を越えた時など、予め定められた所定の条件下に必要な物理量を入力するようにすれば良い。但し、形状や化学的性質、積層特性など、コイル材99毎に略一定でプレス品質に殆ど影響しないものは、コイル材99が交換された時に入力するだけでも良い。

【0020】前記荷重測定装置100は、図4に示され

ているようにポンチ型 12、ダイス型 18、しわ押えリング 30 の代わりにプレス機械 10 に配設され、プレス機械 10 の作動時の各部の発生荷重を測定するためのものであり、ボルスタ 14 上に固定される箱形状の位置決め部材 102 と、その位置決め部材 102 の内部に上下動可能に收容されるとともに、下面に前記複数のクッションピン 24 に対応して複数のピン 104 が突設された荷重測定台 106 とを備えている。位置決め部材 102 には、前記複数のクッションピン 24 を配設できるように多数の切欠穴 108 が形成されており、荷重測定台 106 は、貫通孔 26 および切欠穴 108 を挿通して配設された複数のクッションピン 24 上にピン 104 を介して載置されるようになっている。上記位置決め部材 102 の 4 隅にはそれぞれ上方へ突き出すように柱状部 110 が設けられているとともに、荷重測定台 106 の上面であって一般に絞り加工が行われる部分の 4 隅、すなわちしわ押えを行う部分には 4 本の被挟圧部材 112 が固設されており、それ等の柱状部 110、被挟圧部材 112 には、それぞれ歪ゲージ 114、116 が取り付けられている。また、上記複数のピン 104 にも必要に応じて所定の位置のものに歪ゲージ 118 が取り付けられる。そして、上記歪ゲージ 114、116、118 は、増幅機能、零点調整機能等を備えた動ひずみ計 120 に接続され、その動ひずみ計 120 からコントローラ 90 に測定信号が入力される。歪ゲージ 114、116、118 は、それぞれ 1 本の柱状部 110、被挟圧部材 112、ピン 104 の周囲に 4 個ずつ取り付けられ、ブリッジ回路を形成するように接続されている。

【0021】コントローラ 90 は、ROM に予め記憶されたプログラムに従って信号処理を行うことにより、図 5 に示されている各種の機能を実行するようになっており、マシン情報メモリ 130 には予めプレス機械 10 固有のマシン情報が記憶されているとともに、金型情報メモリ 132 には前記 ID カード 96 から読み込んだ金型情報が記憶される。これ等のマシン情報および金型情報は、適切なプレス加工を行うことができる前記エア圧 P_a 、 P_b 、油圧 P_s 、相対距離 h を決定するために必要な情報で、例えば以下のようなものである。なお、金型情報には、金型の種類すなわち車種や品番、使用プレス機械、工程等の情報も含まれている。

(マシン情報)

- ・クッションパッド 28 の重量 W_a
- ・クッションピン 24 の重量 W_p
- ・スライドプレート 20 の重量 W_s
- ・エアシリンダ 42 の受圧面積 A_a
- ・エアシリンダ 80 の受圧面積 (4 本の合計) A_b
- ・油圧シリンダ 32 の受圧面積 A_s
- ・油圧シリンダ 32 に供給される作動油の体積弾性係数 K
- ・油圧シリンダ 32 のピストンの平均追い込み寸法 X_{av}

- ・油量 V
- ・ h — F_{fi} 仮特性 ($F_{fi} = a \cdot h$)
(金型情報)
- ・しわ押えリング 30 の重量 W_r
- ・上型 (ダイス型 18) の重量 W_u
- ・成形荷重 F_{foi}
- ・クッションピン 24 の使用本数 n
- ・ T_o 、 μ の演算式

【0022】ここで、クッションパッド 28 の重量 W_a は摺動抵抗を差し引いた値であり、例えば前記荷重測定装置 100 を用いて、エア圧 P_a を変更しつつプレス機械 10 を作動させてしわ押え荷重 F_s を測定することにより、そのしわ押え荷重 F_s —エア圧 P_a 特性から求めることができる。シングルアクション型のプレス機械 10 のしわ押え荷重測定に際しては、プランジャ 22 によってスライドプレート 20 が下降させられると、そのスライドプレート 20 は、クッションピン 24 上に支持されている荷重測定台 106 の被挟圧部材 112 に当接させられ、その荷重測定台 106 はエアシリンダ 42 の付勢力に抗して下降させられるため、その時の荷重を 4 本の被挟圧部材 112 に設けられた歪ゲージ 116 によって検出すれば良い。また、スライドプレート 20 が更に下降して荷重測定台 106 が位置決め部材 102 に当接すると、上記歪ゲージ 116 によって検出される荷重はプレス機械 10 の各部の剛性に対応して急激に上昇する。図 6 は、任意の 1 本の被挟圧部材 112 に設けられた歪ゲージ 116 によって検出される荷重変化を例示したものであり、荷重 F_{si} はしわ押え荷重に対応し、荷重 F_{fi} は成形荷重に対応し、荷重 F_{pi} はそれ等を合計したプレス荷重である。荷重測定台 106 や位置決め部材 102 は、通常のコ型よりも高い剛性を有するように構成されている。また、図 7 は、エアシリンダ 42 のエア圧 P_a と 4 か所のしわ押え荷重 F_{si} の合計値 F_s との関係を示すグラフであり、このグラフから求められる荷重 F_x に基づいて前記クッションパッド 28 の重量 W_a が求められる。すなわち、荷重 F_x から、ピン 104、被挟圧部材 112 を含む荷重測定台 106 の重量およびクッションピン 24 の重量を引算することにより、重量 W_a が求められる。この重量 W_a は、クッションパッド 28 の実際の重量からガイド 40 やピストン 43 の摺動抵抗等を差し引いたものとなり、また、エアシリンダ 42 のエア漏れやエア圧センサ 50 の検出誤差などを含んだプレス機械 10 固有の値となる。

【0023】前記クッションピン 24 の重量 W_p は、プレス機械 10 で使用する多数のクッションピン 24 の平均値であり、スライドプレート 20 の重量 W_s は、そのスライドプレート 20 を案内する図示しないガイド部材との間の摺動抵抗を差し引いた値である。具体的には、プレス機械 10 を作動させてスライドプレート 20 の下降時における荷重 F_{oi} を前記歪ゲージ 61 によって検出

するとともに、前記エアシリンダ 80 のエア圧 P_b を変更することにより、4 個の歪ゲージ 61 の合計荷重 F_o - エア圧 P_b 特性を求め、その合計荷重 F_o - エア圧 P_b 特性から前記クッションパッド 28 の場合と同様にして重量 W_s を求めることができる。また、エアシリンダ 42 の受圧面積 A_a は、エアシリンダ 42 のエア漏れ等を加味したもので、例えば前記しわ押え荷重 F_{si} の合計荷重 F_s とエア圧 P_a とのグラフの傾きは受圧面積 A_a に相当する。エアシリンダ 42 が複数設けられている場合には、それ等のエアシリンダ 42 の受圧面積の合計が受圧面積 A_a として設定される。エアシリンダ 80 の受圧面積 A_b は 4 本のエアシリンダ 80 の合計で、上記受圧面積 A_a と同様に合計荷重 F_o - エア圧 P_b 特性から求められる。油圧シリンダ 32 の受圧面積 A_s は多数の油圧シリンダ 32 の平均値であり、例えば前記図 7 のしわ押え荷重 F_s とエア圧 P_a との特性を求める際に、油圧センサ 38 によって油圧 P_s を検出し、合計しわ押え荷重 F_s - 油圧 P_s 特性から求めることができる。

【0024】また、前記体積弾性係数 K は使用する作動油に応じて定められ、平均追い込み寸法 X_{av} は、複数のクッションピン 24 をしわ押えリング 30 等のしわ押え部材に均等に当接させるための油圧シリンダ 32 のピストンの下降ストロークであり、クッションピン 24 の長さ寸法のばらつきやクッションパッド 28 の傾き等に拘らず、総てのクッションピン 24 によって油圧シリンダ 32 のピストンが下方へ追い込まれるとともに、スライドプレート 20 の下降時にクッションピン 24 に作用する衝撃に拘らず油圧シリンダ 32 のピストンがストローク端に達することがないように、予め実験的に、或いはクッションピン 24 の長さ寸法のばらつきや油圧シリンダ 32 のピストンの最大ストローク等に基づいて定められる。油量 V は、各油圧シリンダ 32 のピストンが上昇端に位置させられた状態において、逆止弁 39 (図 1 参照) よりも油圧シリンダ 32 側に存在する作動油の全体の容量である。

【0025】 $h-F_{fi}$ 仮特性 ($i=1, 2, 3, 4$) は、プランジャ 22 が下降端に達した時の成形荷重 F_{fi} と相対距離 h との特性 ($F_{fi}=a \cdot h$) で、相対距離 h を種々変更しつつ前記歪ゲージ 116 或いはプランジャ 22 に設けられた歪ゲージ 61 により下降端に達した時の成形荷重 F_{fi} を測定したものであり、プレス機械 10 の剛性を反映している。この $h-F_{fi}$ 仮特性の測定に際しては、スライドプレート 20 とエアシリンダ 80 による持ち上げ力とが釣り合う状態でスライドプレート 20 がプランジャ 22 によって下降させられるようにエア圧 P_b を調整して行われる。図 8 の一点鎖線は、かかる $h-F_{fi}$ 仮特性の一例を図示したものであり、クッションパッド 28 を下降端に保持してしわ押え荷重 F_s が作用しない状態で成形荷重 F_{fi} が 0 の場合の相対距離 h の最大値 h_0 を基準として定められている。また、この h -

F_{fi} 仮特性はプランジャ 22 に略対応する 4 箇所についてそれぞれ定められ、全体の成形荷重 F_f は各成形荷重 F_{fi} の合計になる。歪ゲージ 116 が取り付けられた被挟圧部材 112 は、上記プランジャ 22 に略対応する位置に配設されている。

【0026】前記金型情報におけるしわ押えリング 30 の重量 W_r 、ダイス型 18 の重量 W_u は、それ等のしわ押えリング 30、ダイス型 18 を製作した後に測定した実測値であり、成形荷重 F_{foi} ($i=1, 2, 3, 4$) は、しわ押えリング 30、ダイス型 18、および前記ポンチ型 12 を試験用のトライプレスに取り付けて実際にプレス加工を行い、所定品質のプレス品が得られる成形荷重をトライアンドエラーで求めたものである。成形荷重 F_{foi} は、金型の重量やトライプレス各部の摺動抵抗等による影響を排除したもので、例えば図 1 および図 2 のプレス機械 10 と同様に構成されたトライプレスを用いた場合には、スライドプレート 20 およびダイス型 18 とエアシリンダ 80 による持ち上げ力とが釣り合う状態でスライドプレート 20 がプランジャ 22 によって下降させられるようにエア圧 P_b を調整し、その状態でプレス加工を行った際に歪ゲージ 61 により検出される荷重 F_{oi} に基づいて求めることができる。成形荷重 F_{foi} はプランジャ 22 に連結された 4 箇所の各々の成形荷重で、全体の成形荷重はそれらの成形荷重 F_{foi} の合計である。歪みゲージ 61 の荷重波形は、歪みゲージ 116 と同様に前記図 6 のような波形となり、この波形から成形荷重 F_{foi} が求められる。また、クッションピン 24 の使用本数 n は、しわ押えリング 30 の形状等に応じて、適正なプレス品が得られるように予め実験的に定められる。なお、上記成形荷重 F_{foi} を求めるために相対距離 h を変更しながら試し打ちを行う際には、プレス素材 49 の物理量に応じて適正なしわ押え荷重 F_s 、すなわち図 5 のしわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック 128 で算出されるしわ押え荷重 F_{so} でしわ押えが行われるように、必要なデータを入力することにより、例えばエア圧 P_{ax} 算出ブロック 134、エア圧 P_a 調整ブロック 136 によってエアシリンダ 42 のエア圧 P_a が調圧されるとともに、油圧 P_s も、均圧状態でしわ押えが行われるように油圧 P_0 、 P_1 算出ブロック 138、油圧 P_s 調整ブロック 140 によって調圧される。上記エア圧 P_b の調圧も、エア圧 P_{bx} 算出ブロック 142、エア圧 P_b 調整ブロック 144 によって行うことができる。

【0027】 T_o 、 μ の演算式は、プレス素材 49 に応じて適正なしわ押え荷重 F_{so} を次式 (2) に従って算出するためのもので、適正張力 T_o 、通過抵抗 μ を求めるための演算式はプレス素材 49 の物理量をパラメータとして次式 (3)、(4) のように定められる。すなわち、皺や割れ、歪などが無い適正なプレス品質が得られるか否かはプレス加工時にプレス素材 49 に生じる張力 T によって決まり、適正張力 T_o はプレス素材 49 の物

理量や金型の形状に応じて定まるのであり、この適正張力 T_o を求めるための演算式(3)は実験データやシミュレーション、理論式などによって金型毎に定められる。通過抵抗 μ は、主としてプレス素材49の積層特性や表面状況によって定まるが、本実施例のようにダイス型18にビード19が設けられている場合は、そのビード19の大きさやプレス素材49がビード19に係合するか否かによって通過抵抗 μ は変化するため、演算式(4)も実験データやシミュレーション、理論式などによって金型毎に定められる。ビード19が無ければ、演算式(4)は必ずしも金型毎に定められる必要はないし、寸法 W_a 、 W_b 、 D_a 、 D_b を考慮する必要もな

$$F_{so} = T_o / \mu \quad \dots (2)$$

$$T_o = f(t, \sigma_{max}, r, n, E, \sigma_y, C_e) \quad \dots (3)$$

$$\mu = g(d_a, O_i, M(\Delta t_a, \Delta t_b), W_a, W_b, D_a, D_b) \quad \dots (4)$$

【0028】図5に戻って、しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック128は、金型情報メモリ132に記憶された上記 T_o 、 μ の演算式(3)、(4)に従って、前記物理量入力手段98から入力された実際の物理量に応じて適正張力 T_o 、通過抵抗 μ を算出し、その適正張力 T_o でプレス加工が行われる適正なしわ押え荷重 F_{so} を上記

(2)式に従って算出する。この工程は請求項1の第1工程で、しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック128は請求項2の加工条件演算手段に相当する。

【0029】エア圧 P_{ax} 算出ブロック134は、前記マシン情報メモリ130に記憶されたマシン情報および金

$$P_{ax} = (F_{so} + W_a + W_r + n \cdot W_p) / A_a \quad \dots (5)$$

【0030】ここで、本実施例では上記エア圧 P_{ax} 算出ブロック134によってエア圧 P_{ax} を算出し、エア圧調整ブロック136によってエア圧 P_a をそのエア圧 P_{ax} となるように調圧することにより、しわ押え荷重 F_{so} でしわ押えが行われるようになっているが、例えばダイス型18によってしわ押えリング30が僅かに下降させられ、エアシリンダ42によってしわ押え荷重 F_s が付与される状態でプレス機械10を停止させ、その状態で4箇所の歪ゲージ61の合計荷重 F_o をしわ押え荷重 F_s として求めるとともに、ON、OFF給排気バルブ46によってエア圧 P_a を変更し、しわ押え荷重 F_s が F_{so} となるようにエア圧 P_a を自動調整するようにしても良い。しわ押え荷重 F_s およびエア圧 P_a は前記図7のような関係を有するため、歪ゲージ61によって測定されるしわ押え荷重 F_s と、エア圧 P_a すなわち加工条件調整手段であるON、OFF給排気バルブ46によって制御される制御量との関係を求め、その関係式からしわ押え荷重 F_{so} が得られるエア圧 P_{ax} を求めて、そのエア圧 P_{ax} にエア圧 P_a を調整すれば良いのである。エア圧 P_a を連続的に変化させて、しわ押え荷重 F_s が F_{so} となるように調圧することもできる。このように、歪ゲージ61を用いてエア圧 P_a を調圧する場合にはマシン情報

い。本実施例では、上記しわ押え荷重 F_{so} が適正プレス加工条件で、 T_o 、 μ の演算式を記憶している金型情報メモリ132やIDカード96は関係記憶手段に相当する。なお、金型とは無関係にプレス素材49の物理量から単位断面積当たりの適正張力を求める一般式を、マシン情報と同様にコントローラ90に記憶しておくとともに、金型情報として張力発生部の断面積やプレス加工時におけるプレス素材49の流入角度などによる補正値を定めておいて、上記一般式で求めた適正張力から金型毎の全体の適正張力 T_o やしわ押え荷重 F_{so} を求めるようにすることも可能である。

型情報メモリ132に記憶された金型情報に基づいて、上記しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック128で算出されたしわ押え荷重 F_{so} が得られるエア圧 P_{ax} を次式(5)に従って算出する。エア圧 P_a 調整ブロック136は、プレス機械10の非プレス加工時にエア圧センサ50によって検出されるエアタンク44内のエア圧 P_a が算出されたエア圧 P_{ax} となるようにON、OFF給排気バルブ46を切換制御する。これにより、プレス機械10の個体差に拘らずしわ押え荷重 F_{so} でしわ押えが行われる。この工程は請求項1の第2工程である。

や金型情報が不要である。なお、バランス用エアシリンダ80のエア圧 P_b は、スライドプレート20およびダイス型18と釣り合うように、例えばスライドプレート20が上昇端に位置させられた状態において歪ゲージ61によって測定されるしわ押え荷重 F_s が0となるように予め調圧される。

【0031】また、本実施例ではエア圧 P_{ax} 算出ブロック134およびエア圧 P_a 調整ブロック136から成る加工条件制御手段によってON、OFF給排気バルブ46を自動制御するようになっていたが、例えばエア圧 P_{ax} 算出ブロック134で算出したエア圧 P_{ax} およびエア圧センサ50によって検出されたエア圧 P_a を表示操作盤92等に表示させるとともに、ON、OFF給排気バルブ46を手動操作するスイッチを表示操作盤92等に配設し、そのスイッチを作業者が手動操作してエア圧 P_a がエア圧 P_{ax} となるように調整するようにしても良い。エア圧センサ50によって検出されたエア圧 P_a から前記(5)式に従って求められるしわ押え荷重 F_s 、および前記しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック128で算出されたしわ押え荷重 F_{so} を表示操作盤92等に表示し、しわ押え荷重 F_s が F_{so} となるように、作業者がON、OFF給排気バルブ46を手動調整するようにしても良

い。エア圧 P_a から (5) 式に従ってしわ押え荷重 F_s を求める代わりに、ダイス型 18 によってしわ押えリング 30 が僅かに下降させた状態で、4 箇所の変ゲージ 61 の合計荷重 F_o をしわ押え荷重 F_s として表示操作盤 92 等に表示するようにしても良い。

【0032】上記しわ押え荷重 F_{so} の設定制御は、コイル材 99 が交換された時に行うだけでも良いが、同じコイル材 99 でも時効によって特性が変化する場合は所定時間を経過した時、コイル材 99 の内周部分と外周部分とで残留応力などにより特性が異なる場合はコイル材 99 の使用量が所定量を越えた時など、所定の条件下で前記物理量入力手段 98 から物理量が入力された時に逐次更新するようにしても良い。

【0033】図 5 に戻って、油圧 P_0 、 P_1 算出ブロック 138 は、マシン情報メモリ 130 に記憶されたマシン情報、金型情報メモリ 132 に記憶された金型情報、およびしわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック 128 で求められたしわ押え荷重 F_{so} に基づいて、各クッションピン 24 を介してしわ押え荷重 F_{so} を略均等にしわ押えリング 30 に作用させるための初期油圧、すなわちしわ押えリング 30 にダイス型 18 が当接していない状態における油圧 P_0 を次式 (6) の関係から算出するとともに、しわ押えリング 30 がダイス型 18 によって押圧されるプレス加工時に各クッションピン 24 に均等にしわ押え荷重 F_{so} が作用させられている場合の目標油圧 P_1 を次式 (7) の関係から算出する。そして、油圧 P_s 調整ブロック 140 は、先ず、油圧センサ 38 によって検出され

$$X_{av} = (F_{so} - n \cdot A_s \cdot P_0) V / n^2 \cdot A_s^2 \cdot K \quad \dots (6)$$

$$F_{so} + W_r + n \cdot W_p = n \cdot A_s \cdot P_1 \quad \dots (7)$$

【0034】エア圧 P_{bx} 算出ブロック 142 は、前記マシン情報および金型情報に基づいて、スライドプレート 20 およびダイス型 18 と釣り合う力でそれ等を持ち上げるエア圧 P_{bx} を次式 (8) に従って算出する。エア圧 P_b 調整ブロック 144 は、エア圧センサ 86 によって検出されるエアタンク 82 内のエア圧 P_b が算出されたエア圧 P_{bx} となるように ON、OFF 給排気バルブ 84 を切換制御する。これにより、スライドプレート 20 およびダイス型 18 の重量に影響されることなく、金型情報として設定された各成形荷重 F_{foi} でプレス加工を行うことができるようになる。

$$P_{bx} = (W_u + W_s) / A_b \quad \dots (8)$$

【0035】相対距離 h 調整ブロック 146 は、前記マシン情報および金型情報に基づいて、金型情報として設定された各成形荷重 F_{foi} でプレス加工が行われるように、4 箇所のダイハイト調整機構 52 の相対距離 h をそれぞれ独立に調整するもので、先ず、クッションパッド 28 を下降端に保持した状態、言い換えればしわ押え荷重 F_s が作用しない状態でプレス機械 10 を作動させて、歪ゲージ 61 によって検出される荷重 F_{oi} に基づいて成形荷重 F_{fi} が 0 の場合の相対距離 h の最大値である

る油圧 P_s の初期油圧が上記初期油圧 P_0 となるように、ポンプ 34 および開閉弁 36 を制御する。これにより、しわ押えリング 30 がダイス型 18 によって押圧されるプレス加工時に、基本的には各油圧シリンダ 32 のピストンは平均追い込み寸法 X_{av} だけ押し込まれ、各クッションピン 24 を介してしわ押え荷重 F_{so} が略均等にしわ押えリング 30 に作用させられるが、体積弾性係数 K は空気の混入等によって必ずしも一定でないなど、上記初期油圧 P_0 は必ずしも正確でない。このため、油圧 P_s 調整ブロック 140 は、油圧 P_s を初期油圧 P_0 に調圧した後、実際にテストプレスが行われる際にプレス加工時の油圧 P_s を読み込み、その油圧 P_s が目標油圧 P_1 と略一致するように初期油圧 P_0 を補正する。すなわち、プレス加工時の油圧 P_s が目標油圧 P_1 より高い時は、一部のクッションピン 24 にしわ押えリング 30 が当接しておらず、残りのクッションピン 24 にしわ押え荷重 F_{so} が偏って作用している場合であるため、初期油圧 P_0 を下げてクッションピン 24 の追い込み量が全体的に大きくなるようにすれば良い。また、プレス加工時の油圧 P_s が目標油圧 P_1 より低い時は、一部の油圧シリンダ 32 のピストンがストローク端に達してしわ押え荷重 F_{so} の一部が直接クッションパッド 28 に作用している場合であるため、ストローク端まで達しないように初期油圧 P_0 を上げれば良い。このように補正された最終的な初期油圧 P_0 および目標油圧 P_1 は、マシン情報メモリ 130 に記憶される。

基準値 h_0 を決定するとともに、マシン情報として設定された図 8 に一点鎖線で示されている h - F_{fi} 仮特性

($F_{fi} = a \cdot h$) から成形荷重 F_{fi} が成形荷重 F_{foi} となる相対距離 h_1 を求める。次に、上記基準値 h_0 を基準としてサーボモータ 60 により相対距離 h を h_1 に調整するとともに、その状態でテストプレスが行われる際に歪ゲージ 61 から供給される信号に基づいて成形荷重 F_{f1} を測定する。予め設定された h - F_{fi} 仮特性は、通常の金型よりも剛性が高い場合を基準として設定されているため、一般に成形荷重 F_{f1} は成形荷重 F_{foi} より小さい。続いて、上記相対距離 h_1 より予め定められた変更量 Δh だけ小さい相対距離 h_2 に相対距離 h を変更し、同様に成形荷重 F_{f2} を測定する。そして、それ等の相対距離 h_1 、 h_2 および成形荷重 F_{f1} 、 F_{f2} に基づいて、図 8 に実線で示されている h - F_{fi} 本特性 ($F_{fi} = b \cdot h$) を求めるとともに、その h - F_{fi} 本特性から成形荷重 $F_{fi} = F_{foi}$ となる相対距離 h_x を決定し、サーボモータ 60 により相対距離 h が h_x となるように制御する。かかる相対距離 h_x の決定および調整は、4 箇所のダイハイト調整機構 52 についてそれぞれ上記と同様にして独立に行われる。これにより、プレ

ス機械 10 毎の剛性の相違等に拘らず、金型情報として設定された成形荷重 F_{foi} で良好にプレス加工が行われる。なお、しわ押え荷重 F_{so} が作用するようにエア圧 P_a を調圧し、プレス荷重 F_{pi} が $(F_{fi} + F_{so})/4$ となるように上記相対距離 h_x を調整するようにしても良い。

【0036】コントローラ 90 はまた、以上の各制御とは別に、前記歪みゲージ 61 によって検出される 4 箇所の荷重 F_{oi} がそれぞれ予め定められたオーバロード防止荷重 F_{oli} ($i = 1, 2, 3, 4$) を超えないように、前記エア圧 P_c を制御する。すなわち、異物の存在などによりオーバロード防止用の油圧シリンダ 62 にオーバロード防止荷重 F_{oli} が作用した場合には、シリンダ 66 のピストンがエア室 70 側へ後退して油圧シリンダ 62 内の作動油が油室 68 内へ流入することを許容し、スライドプレート 20 とプランジャ 22 とが接近できるように、油圧シリンダ 62 の受圧面積やシリンダ 66 の油室 68、エア室 70 の受圧面積に基づいて予めエア圧 P_{cx} が設定されており、上記エア圧 P_c がそのエア圧 P_{cx} となるように ON, OFF 給排気バルブ 74 を切換制御するようになっているのである。かかるエア圧 P_c の調圧制御は、4 個のシリンダ 66 についてそれぞれ独立に行われる。これにより、過大なプレス荷重に起因するプレス機械 10 や金型等の損傷が防止される。なお、このエア圧 P_c については、使用する金型とは無関係に設定できるため、手動操作等により予め調整しておくようにしても差支えない。

【0037】このように、かかる本実施例のプレス機械 10 においては、予めマシン情報メモリ 130 に記憶されたプレス機械 10 固有のマシン情報および送受信機 94 を介して I D カード 96 から読み込んだ金型固有の金型情報に基づいて、個々のプレス機械の剛性や各部の摺動抵抗等の相違に拘らずしわ押え荷重 F_{so} 、成形荷重 F_{foi} でプレス加工が行われるように、エア圧 P_a 、 P_b 、油圧 P_s 、および相対距離 h がそれぞれ自動的に初期設定されるため、トライアンドエラーによる面倒な設定作業が解消して作業者の負担が大幅に軽減されるとともに、優れた品質のプレス品が安定して得られるようになる。なお、上記エア圧 P_a 、 P_b 、油圧 P_s 、および相対距離 h は、必ずしも厳密にエア圧 P_{ax} 、 P_{bx} 、補正後の初期油圧 P_0 、相対距離 h_x と一致するように制御する必要はなく、要求されるプレス品質を満たすように予め定められた所定の許容範囲内に入るように制御すれば良い。

【0038】一方、本実施例のプレス機械 10 は、プレス素材 49 の所定の物理量に応じて皺や割れ、歪等が生じない適正なしわ押え荷重 F_{so} を求め、そのしわ押え荷重 F_{so} でプレス加工が行われるようにエア圧 P_a が調圧されるため、例えばコイル材 99 毎にプレス素材 49 の物理量がばらついても所定のプレス品質が再現される。

これにより、プレス素材 49 のばらつきに起因する不良品の発生が防止されるとともに、プレス素材 49 の材質や板厚等に関する保証精度が軽減される。また、材質や板厚等の僅かなばらつきに起因して割れや皺、歪などが発生し易い低グレードで安価なプレス素材を採用しても、所定のプレス品質が得られるようになり、製造コストを低減できる。しかも、本実施例ではしわ押え荷重 F_{so} が得られるように ON, OFF 給排気バルブ 46 が自動制御されるため、作業者の負担が大幅に軽減されるとともに、物理量入力手段 98 から物理量が自動で入力されるようにすればプレス作業の完全自動化を図ることができる。

【0039】次に、本発明の他の実施例を説明する。図 11 は、自動車外板パネル等の絞り加工を行うダブルアクション型のプレス機械 150 の一例で、下型としてのダイス型 152 はボルスタ 154 上に固設されて使用される一方、しわ押え型としてのしわ押えリング 156 はブランクホルダプレート 158 を介してアウトスライド 160 に固設され、上型としてのポンチ型 162 はインナスライド 164 に固設されて使用される。アウトスライド 160 は 4 本のアウトプランジャ 166 を介して上下動させられるようになっているとともに、インナスライド 164 は 4 本のインナプランジャ 168 を介して上下動させられるようになっており、図 12 に示されているようにしわ押えリング 156 とダイス型 152 のしわ押え部 170 との間でプレス素材 171 の周縁部を押圧しつつ、ポンチ型 162 とダイス型 152 とによって絞り加工が行われる。上記アウトプランジャ 166、インナプランジャ 168 は、例えば駆動モータや歯車、クランク軸、ジョイントピン、リンクなどを備えた昇降駆動手段 169 により、それぞれ所定のタイミングで上下移動させられるようになっている。

【0040】図 12 から明らかなように、上記アウトプランジャ 166 は、前記実施例のダイハイト調整機構 52 と同様のダイハイト調整機構 172 を介してアウトスライド 160 に連結されており、サーボモータ 174 によって相対距離 h_a が調整されるようになっている。この相対距離 h_a は、サーボモータ 174 に設けられたロータリエンコーダ 176 (図 14 参照) によって検出される。かかる相対距離 h_a が大きくなる程アウトスライド 160 はアウトプランジャ 166 に対して下降させられ、アウトプランジャ 166 が下降端に達した時のしわ押え荷重 F_s が変更される。なお、4 本のアウトプランジャ 166 は、それぞれ上記ダイハイト調整機構 172 を介してアウトスライド 160 に連結されており、それぞれ相対距離 h_a が調整される。また、各アウトプランジャ 166 には、それぞれ歪ゲージ 178 が取り付けられ、個々のアウトプランジャ 166 に作用するそれぞれの荷重 F_{ai} ($i = 1, 2, 3, 4$) を検出するようになっている。荷重 F_{ai} は、歪ゲージ 178 の出力信号と前

記荷重測定装置 100 による測定値との関係を記憶したデータマップなどから求められる。

【0041】上記ダイハイト調整機構 172 は、油圧シリンダ 180 のピストン 182 に一体的に連結されている一方、油圧シリンダ 180 のハウジングはアウトスライド 160 に一体的に配設されている。油圧シリンダ 180 の圧力室内には作動油が充填されているとともに、その圧力室はシリンダ 184 の油室 186 に連通させられている。シリンダ 184 のエア室 188 はエアタンク 190 に連通させられているとともに、そのエアタンク 190 は電磁式の ON, OFF 給排気バルブ 200 を介して圧力エア源 262 に接続されており、ON, OFF 給排気バルブ 200 が切換制御されることにより、エア室 188 内のエア圧 P_e がしわ押え荷重 F_s に応じて調整されるようになっている。このエア圧 P_e はエア圧センサ 202 によって検出される。上記油圧シリンダ 180、シリンダ 184、エアタンク 190 等は、4 本のアウトプランジャ 166 とアウトスライド 160 との連結部にそれぞれ配設されており、それぞれエア圧 P_e が調圧されるようになっている。

【0042】また、アウトスライド 160 は、プレス機械 150 の機枠 196 に配設された 4 本のアウトバランサ用エアシリンダ 216 に連結されている。エアシリンダ 216 の圧力室はエアタンク 218 に連通させられているとともに、そのエアタンク 218 は電磁式の ON, OFF 給排気バルブ 204 を介して圧力エア源 262 に接続されており、ON, OFF 給排気バルブ 204 が切換制御されることにより、エア圧 P_d が調整されるようになっている。このエア圧 P_d は、エア圧センサ 206 によって検出されるとともに、プランクホルダプレート 158、アウトスライド 160 およびしわ押えリング 156 の重量がしわ押え荷重 F_s に影響しないように調圧される。なお、4 本のエアシリンダ 216 の圧力室は共通のエアタンク 218 に接続されている。

【0043】一方、前記インナプランジャ 168 は、図 13 に示されているように、前記ダイハイト調整機構 172 と同様のダイハイト調整機構 240 を介してインナスライド 164 に連結されており、サーボモータ 242 によって相対距離 h_b が調整されるようになっている。この相対距離 h_b は、サーボモータ 242 に設けられたロータリエンコーダ 244 (図 14 参照) によって検出される。かかる相対距離 h_b が大きくなる程インナスライド 164 はインナプランジャ 168 に対して下降させられ、インナプランジャ 168 が下降端に達した時の成形荷重 F_f が変更される。なお、4 本のインナプランジャ 168 は、それぞれ上記ダイハイト調整機構 240 を介してインナスライド 164 に連結されており、それぞれ相対距離 h_b が調整される。また、各インナプランジャ 168 には、それぞれ歪ゲージ 246 が取り付けられ、個々のインナプランジャ 168 に作用するそれぞれ

の荷重 F_{bi} ($i = 1, 2, 3, 4$) を検出するようになっている。荷重 F_{bi} は、歪ゲージ 246 の出力信号と荷重測定装置 100 による測定値との関係を記憶したデータマップなどから求められる。

【0044】上記ダイハイト調整機構 240 は、オーバロード防止用に設けられた油圧シリンダ 248 のピストン 250 に一体的に連結されている一方、油圧シリンダ 248 のハウジングはインナスライド 164 に一体的に配設されている。油圧シリンダ 248 の圧力室内には作動油が充填されているとともに、その圧力室はシリンダ 252 の油室 254 に連通させられている。シリンダ 252 のエア室 256 はエアタンク 258 に連通させられているとともに、そのエアタンク 258 は電磁式の ON, OFF 給排気バルブ 260 を介して工場内の圧力エア源 262 に接続されており、ON, OFF 給排気バルブ 260 が切換制御されることにより、エア室 256 やエアタンク 258 内のエア圧 P_g が調整されるようになっている。このエア圧 P_g はエア圧センサ 264 によって検出される。かかるエア圧 P_g は、上記油圧シリンダ 248 に過大な荷重が作用した場合にシリンダ 252 のピストンがエア室 256 側へ後退してダイハイト調整機構 240 とインナスライド 164 とが接近することを許容し、プレス機械 150 や金型等の損傷を防止するように、プレス機械 150 のプレス能力に応じて調圧される。なお、上記油圧シリンダ 248、シリンダ 252、エアタンク 258 等は、4 本のインナプランジャ 168 とインナスライド 164 との連結部にそれぞれ配設されており、それぞれエア圧 P_g が調圧される。

【0045】また、インナスライド 164 は、プレス機械 150 の機枠 196 に配設された 4 本のインナバランサ用エアシリンダ 266 に連結されている。エアシリンダ 266 の圧力室はエアタンク 268 に連通させられているとともに、そのエアタンク 268 は電磁式の ON, OFF 給排気バルブ 270 を介して前記圧力エア源 262 に接続されており、ON, OFF 給排気バルブ 270 が切換制御されることにより、圧力室内やエアタンク 268 内のエア圧 P_f が調整されるようになっている。このエア圧 P_f は、エア圧センサ 272 によって検出されるとともに、インナスライド 164 およびポンチ型 162 の重量が成形荷重 F_f に影響しないように調圧される。なお、4 本のエアシリンダ 266 の圧力室は共通のエアタンク 268 に接続されている。

【0046】かかるプレス機械 150 は、図 14 に示されているようにコントローラ 280 を備えており、前記エア圧センサ 202、206、264、272、ロータリエンコーダ 176、244、歪ゲージ 178、246 から出力されるエア圧 P_e 、 P_d 、 P_g 、 P_f 、相対距離 h_a 、 h_b 、荷重 F_{ai} 、 F_{bi} を表す信号は、それぞれこのコントローラ 280 に供給されるとともに、前記 ON, OFF 給排気バルブ 200、204、260、27

0、モータ174、242の作動状態はコントローラ280によって制御される。コントローラ280は、CPU、RAM、ROM、入出力インタフェース回路、A/Dコンバータ等を有するマイクロコンピュータにて構成されており、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに予め記憶されたプログラムに従って信号処理を行う。図14では、モータ174、242、歪ゲージ178、246、ON、OFF給排気バルブ200、260、エア圧センサ202、264がそれぞれ一つずつ示されているだけであるが、プレス機械150が備えている数、本実施例では4つずつについてそれぞれ同様な処理が行われる。

【0047】かかるコントローラ280にはまた、上記エア圧等を表示するとともに各種の設定や切換え、入力等の操作を行う表示操作盤282、前記ダイス型152に設けられたIDカード306（図11参照）から金型固有の金型情報を読み込む送受信機304、プレス素材171の所定の物理量を入力する物理量入力手段284が接続されているとともに、必要に応じて前記荷重測定装置100が接続される。物理量入力手段284は、プレス加工条件としてのしわ押え荷重 F_s を設定する際に必要な物理量、すなわち前記実施例と同様な物理量を入力するためのもので、前記物理量入力手段98と同様に構成される。荷重測定装置100は、図15に示すようにダイス型152やしわ押えリング156、ポンチ型162の代わりにプレス機械150に配設されるとともに、前記柱状部110の上端にはスペーサブロック122がボルト等によって固定され、前記歪ゲージ114によりアウトスライド160のアウト荷重すなわちしわ押え荷重 F_s が測定されるとともに、歪ゲージ116によりインナ荷重すなわち成形荷重 F_f が測定される。

【0048】コントローラ280は、ROMに予め記憶されたプログラムに従って信号処理を行うことにより、図16に示されているように各種の機能を実行するようになっており、マシン情報メモリ310には予めプレス機械150固有のマシン情報が記憶されているとともに、金型情報メモリ312には前記IDカード306から読み込んだ金型情報が記憶される。これ等のマシン情報および金型情報は、適切なプレス加工を行うことができる前記エア圧 P_d 、 P_e 、 P_f 、相対距離 h_a 、 h_b を決定するために必要な情報で、例えば以下のようなものである。なお、金型情報には、金型の種類すなわち車種や品番、使用プレス機械、工程等の情報も含まれている。

（マシン情報）

- ・ シリンダ188のピストンの追い込み寸法 Y
- ・ 油圧シリンダ180の受圧面積 A_x
- ・ シリンダ184の油室186の受圧面積 A_y
- ・ シリンダ184のエア室188の受圧面積 A_z
- ・ エアタンク190の容量 V_e

・ ブランクホルダプレート158を含むアウトスライド160の重量 W_{os}

・ インナスライド164の重量 W_{is}

・ エアシリンダ216の受圧面積（4本の合計） A_d

・ エアシリンダ266の受圧面積（4本の合計） A_f

・ $h_a - F_{si}$ 仮特性（ $F_{si} = c \cdot h_a + d$ ）

・ $h_b - F_{fi}$ 仮特性（ $F_{fi} = e \cdot h_b$ ）

（金型情報）

・ しわ押えリング156の重量 W_r

・ ポンチ型162の重量 W_q

・ 成形荷重 F_{foi}

・ T_o 、 μ の演算式

【0049】ここで、上記追い込み寸法 Y 、受圧面積 A_x 、 A_y 、 A_z 、容量 V_e は、アウトスライド160を4本のアウトプランジャ166に連結する4箇所の連結部についてそれぞれ独立に定められる。追い込み寸法 Y は、シリンダ184のピストンのエア室188側への移動ストロークであり、このようにピストンが追い込まれてエア圧 P_e に基づくしわ押えが確実に行われるように、予め実験等によって求められる。受圧面積 A_x 、 A_y 、 A_z は、油圧シリンダ180、シリンダ184の作動特性に基づいて摺動抵抗やエア漏れ等を含んだ実質的な受圧面積が定められ、容量 V_e はエア室188の容積を含むものでピストンの移動ストロークに対するエア圧 P_e の変化などから求められる。

【0050】ブランクホルダプレート158を含むアウトスライド160の重量 W_{os} は摺動抵抗を差し引いた値であり、例えばプレス機械150を作動させてアウトスライド160の下降時における荷重 F_{ai} を前記歪ゲージ178によって検出するとともに、前記エアシリンダ216のエア圧 P_d を変更することにより、4個の歪ゲージ178の合計荷重 F_a －エア圧 P_d 特性を求め、その合計荷重 F_a －エア圧 P_d 特性から前記実施例におけるスライドプレート20の重量 W_s を求める場合と同様にして求められる。摺動抵抗分を別個にマシン情報として設定することもできる。インナスライド164の重量 W_{is} についても同様に合計荷重 F_b －エア圧 P_f 特性から求められる。また、エアシリンダ216の受圧面積 A_d は4本のエアシリンダ216の合計で、個々のエアシリンダ216のエア漏れを加味したものであり、前記合計荷重 F_a －エア圧 P_d 特性の傾きは、この受圧面積 A_d に相当する。エアシリンダ266の受圧面積 A_f も4本のエアシリンダ266の合計で、個々のエアシリンダ266のエア漏れを加味したものであり、前記合計荷重 F_b －エア圧 P_f 特性の傾きは、この受圧面積 A_f に相当する。

【0051】 $h_a - F_{si}$ 仮特性（ $i = 1, 2, 3, 4$ ）は、アウトプランジャ166が下降端に達した時のしわ押え荷重 F_{si} と相対距離 h_a との特性（ $F_{si} = c \cdot h_a + d$ ）で、前記荷重測定装置100を用いて、相対距離

h_a を種々変更しつつ歪ゲージ114によりアウトプランジャ166が下降端に達した時のしわ押え荷重 F_{si} を測定したものであり、プレス機械150の剛性を反映している。この $h_a - F_{si}$ 仮特性の測定に際しては、アウトスライド160およびブラנקホルダプレート158とエアシリンダ216による持ち上げ力とが釣り合う状態でアウトスライド160がアウトプランジャ166によって下降させられるようにエア圧 P_d を調整して行われるとともに、エア圧 P_e によってしわ押え荷重 F_{si} は変化するため、図17に示すようにエア圧 P_e をパラメータとして設定される。また、かかる $h_a - F_{si}$ 仮特性は、しわ押え荷重 F_{si} が0の場合の相対距離 h_{a0} を基準として定められるとともに、歪ゲージ114が取り付けられた4本の柱状部110の配設位置についてそれぞれ求められ、全体のしわ押え荷重 F_s は各しわ押え荷重 F_{si} の合計になる。4本の柱状部110は、アウトプランジャ166に略対応する位置に配設されている。なお、アウトプランジャ166に取り付けられた歪ゲージ178を用いて $h_a - F_{si}$ 仮特性を求めることもできる。

【0052】 $h_b - F_{fi}$ 仮特性 ($i = 1, 2, 3, 4$) は、インナプランジャ168が下降端に達した時の成形荷重 F_{fi} と相対距離 h_b との特性 ($F_{fi} = e \cdot h_b$) で、前記実施例における $h - F_{fi}$ 仮特性 ($F_{fi} = a \cdot h$) と同様にして設定される。具体的には、前記荷重測定装置100を用いて、相対距離 h_b を変更しつつ歪ゲージ116によりインナプランジャ168が下降端に達した時の成形荷重 F_{fi} を測定するのであり、プレス機械150の剛性を反映している。この $h_b - F_{fi}$ 仮特性の測定に際しても、インナスライド164とエアシリンダ266による持ち上げ力とが釣り合う状態でインナスライド164がインナプランジャ168によって下降させられるようにエア圧 P_f を調整して行われる。また、この $h_b - F_{fi}$ 仮特性は被挟圧部材112が配設された4箇所についてそれぞれ求められ、全体の成形荷重 F_f は個々の成形荷重 F_{fi} の合計になる。4本の被挟圧部材112は、インナプランジャ168に略対応する位置に配設されている。なお、インナプランジャ168に取り付けられた歪ゲージ246を用いて $h_b - F_{fi}$ 仮特性を求めることもできる。

【0053】前記金型情報におけるしわ押えリング156の重量 W_r 、ポンチ型162の重量 W_q は、それ等のしわ押えリング156、ポンチ型162を製作した後に測定した実測値であり、成形荷重 F_{foi} ($i = 1, 2, 3, 4$) は、しわ押えリング156、ポンチ型162、および前記ダイス型152を試験用のトライプレスに取り付けて実際にプレス加工を行い、適正なプレス品が得られる成形荷重をトライアンドエラーで求めたものである。成形荷重 F_{foi} は、金型の重量やトライプレス各部の摺動抵抗等による影響を排除したもので、例えば図1

1のプレス機械150と同様に構成されたトライプレスを用いた場合には、インナスライド164およびポンチ型162とエアシリンダ266による持ち上げ力とが釣り合う状態でインナスライド164がインナプランジャ168によって下降させられるようにエア圧 P_f を調整し、その状態でプレス加工を行った際に各歪ゲージ246により検出される荷重 F_{bi} に基づいて成形荷重 F_{foi} が求められる。成形荷重 F_{foi} はプランジャ168に連結された4箇所の各々の荷重で、全体の成形荷重 F_{fo} は4箇所の成形荷重 F_{foi} の合計となる。なお、上記成形荷重 F_{foi} を求めるために相対距離 h_b を変更しながら試し打ちを行う際には、プレス素材171の物理量に応じて適正なしわ押え荷重 F_s 、すなわち図16のしわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック286で算出されるしわ押え荷重 F_{so} でしわ押えが行われるように、必要なデータを入力することにより、例えばエア圧 P_{ex} 算出ブロック318、エア圧 P_e 調整ブロック320でエア圧 P_e が調圧され、相対距離 h_a 調整ブロック330によって相対距離 h_a が調整されるとともに、エア圧 P_d についても、アウトスライド160、ブラנקホルダプレート158、およびしわ押えリング156とエアシリンダ216による持ち上げ力とが釣り合うようにエア圧 P_{dx} 算出ブロック314、エア圧 P_d 調整ブロック316によって調圧される。上記エア圧 P_f の調圧も、エア圧 P_{fx} 算出ブロック326、エア圧 P_f 調整ブロック328によって行うことができる。

【0054】また、 T_o 、 μ の演算式は、前記実施例と同様にプレス素材171の物理量に応じて適正なしわ押え荷重 F_{so} を求めるためのもので、実験データやシミュレーション、理論式などにより前記(3)式、(4)式と同様に定められる。しわ押え荷重 F_{so} は適正プレス加工条件で、 T_o 、 μ の演算式を記憶している金型情報メモリ312やIDカード306は関係記憶手段に相当する。

【0055】図16に戻って、しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック286は、金型情報メモリ312に記憶された上記 T_o 、 μ の演算式に従って、前記物理量入力手段284から入力された実際の物理量に応じて適正張力 T_o 、通過抵抗 μ を算出し、その適正張力 T_o でプレス加工が行われる適正なしわ押え荷重 F_{so} を前記(2)式に従って算出する。この工程は請求項1の第1工程で、しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック286は請求項2の加工条件演算手段に相当する。なお、本実施例では全体のしわ押え荷重 F_s を調整可能なダイハイト調整機構172が設けられた4箇所について、それぞれ適正張力 T_{oi} を求めるための演算式をIDカード306に記憶させておき、4箇所のしわ押え荷重 F_{soi} を別々に求めるようにすることも可能である。

【0056】エア圧 P_{dx} 算出ブロック314は、上記マ

シン情報メモリ 310 に記憶されたマシン情報および金型情報メモリ 312 に記憶された金型情報に基づいて、アウトスライド 160、ブランクホルダプレート 158、およびしわ押しリング 156 と釣り合う力でそれ等を持ち上げるエア圧 P_{dx} を次式 (9) に従って算出する。エア圧 P_d 調整ブロック 316 は、エア圧センサ 206 によって検出されるエアタンク 218 内のエア圧 P_d が算出されたエア圧 P_{dx} となるように ON、OFF 給排気バルブ 204 を切換制御する。これにより、アウトスライド 160、ブランクホルダプレート 158、およびしわ押しリング 156 の重量に影響されることなく、前記しわ押し荷重 F_{so} で算出されたしわ押し荷重 F_{so} でプレス加工を行うことができるようになる。エアタンク 218 の容量は充分に大きく、アウトスライド 160 の下降に伴う 4 本のエアシリンダ 216 の容積変化に起因するエア圧 P_d の変動は殆ど無視できる程度であるが、この容積変化を考慮してエア圧 P_{dx} を算出することも

$$F_{so}/4 = (A_x \cdot A_z / A_y) \{ (P_{ex} + P_t) [V_e / (V_e - A_z \cdot Y)] - P_t \} \quad \dots (10)$$

【0058】エア圧 P_{fx} 算出ブロック 326 は、前記マシン情報および金型情報に基づいて、インナスライド 164 およびポンチ型 162 と釣り合う力でそれ等を持ち上げるエア圧 P_{fx} を次式 (11) に従って算出する。エア圧 P_f 調整ブロック 328 は、エア圧センサ 272 によって検出されるエアタンク 268 内のエア圧 P_f が算出されたエア圧 P_{fx} となるように ON、OFF 給排気バルブ 270 を切換制御する。これにより、インナスライド 164 およびポンチ型 162 の重量に影響されることなく、金型情報として設定された各成形荷重 F_{foi} でプレス加工を行うことができるようになる。エアタンク 268 の容量は充分に大きく、インナスライド 164 の下降に伴う 4 本のエアシリンダ 266 の容積変化に起因するエア圧 P_f の変動は殆ど無視できる程度であるが、この容積変化を考慮してエア圧 P_{fx} を算出することもでき

$$P_{fx} = (W_q + W_{is}) / A_f \quad \dots (11)$$

【0059】相対距離 h_a 調整ブロック 330 は、前記しわ押し荷重 F_{so} 算出ブロック 286 で算出されたしわ押し荷重 F_{so} でしわ押しが行われるように、前記マシン情報に基づいて 4 箇所のダイハイト調整機構 172 の相対距離 h_a をそれぞれ独立に調整するもので、先ず、歪ゲージ 178 によって検出される荷重 F_{ai} に基づいてしわ押し荷重 F_{si} が 0 の場合の相対距離 h_a の最大値である基準値 h_{a0} を決定するとともに、マシン情報として設定された図 17 に示す $h_a - F_{si}$ 仮特性 ($F_{si} = c \cdot h_a + d$) の中から、前記エア圧 P_{ex} 算出ブロック 318 で求められたエア圧 P_{ex} に対応するものを選択する。そして、その選択した $h_a - F_{si}$ 仮特性に基づいて、図 18 に示すようにしわ押し荷重 $F_{so}/4$ が得られる相対距離 h_{a1} を求めるとともに、上記基準値 h_{a0} を基準

きる。

$$P_{dx} = (W_r + W_{os}) / A_d \quad \dots (9)$$

【0057】エア圧 P_{ex} 算出ブロック 318 は、前記しわ押し荷重 F_{so} 算出ブロック 286 で算出されたしわ押し荷重 F_{so} でしわ押しが行われ得るように、前記マシン情報に基づいてエア圧 P_{ex} を次式 (10) の関係から算出する。エア圧 P_e 調整ブロック 320 は、エア圧センサ 202 によって検出されるエアタンク 190 内のエア圧 P_e が算出されたエア圧 P_{ex} となるように ON、OFF 給排気バルブ 200 を切換制御する。このエア圧 P_e の設定は、4 箇所のエアタンク 190 についてそれぞれ行われる。そして、このように 4 箇所のエアタンク 190 内のエア圧 P_e がそれぞれ制御されることにより、プレス機械 150 各部の受圧面積の相違等に拘らずしわ押し荷重 F_{so} で良好にしわ押しが行われ得ようになる。なお、(10) 式の P_t は大気圧である。

としてサーボモータ 174 により相対距離 h_a を h_{a1} に調整し、その状態でテストプレスが行われる際に歪ゲージ 178 から供給される信号に基づいてしわ押し荷重 F_{s1} を測定する。予め設定された $h_a - F_{si}$ 仮特性は、通常金型よりも剛性が高い場合を基準として設定されているため、一般にしわ押し荷重 F_{s1} はしわ押し荷重 $F_{so}/4$ より小さく、その差に基づいて $h_a - F_{si}$ 本特性 ($F_{si} = c \cdot h_a + f$) を求めるとともに、その $h_a - F_{si}$ 本特性からしわ押し荷重 $F_{so}/4$ が得られる相対距離 h_{ax} を決定し、サーボモータ 174 により相対距離 h_a が h_{ax} となるように制御する。かかる相対距離 h_{ax} の決定および調整は、4 箇所のダイハイト調整機構 172 についてそれぞれ上記と同様に独立に行われる。これにより、プレス機械 150 毎の剛性の相違等に拘らず、しわ押し荷重 F_{so} 算出ブロック 286 で算出されたしわ押し荷重 F_{so} で良好にプレス加工が行われる。

【0060】ここで、前記エア圧 P_{ex} 算出ブロック 318、エア圧 P_e 調整ブロック 320 でエア圧 P_e を調整するとともに、相対距離 h_a 調整ブロック 330 で相対距離 h_a を調整する工程は、適正プレス加工条件としてのしわ押し荷重 F_{so} に調整する請求項 1 の第 2 工程で、ON、OFF 給排気バルブ 200 やダイハイト調整機構 172 のサーボモータ 174 は加工条件調整手段に相当する。また、この実施例においても、例えばしわ押し荷重 F_{so} 算出ブロック 286 で算出したしわ押し荷重 F_{so} および歪ゲージ 178 の測定荷重 F_{ai} すなわちしわ押し荷重 F_{si} 、合計しわ押し荷重 F_s を表示操作盤 282 等に表示し、しわ押し荷重 F_s が F_{so} となるように、作業者が ON、OFF 給排気バルブ 200 のスイッチを手動操作してエア圧 P_e を調整したり、サーボモータ 174 のスイッチを手動操作して相対距離 h_a を調整したりす

るようにしても良いなど、しわ押え荷重 F_s の調整方法は適宜定められる。

【0061】相対距離 h_b 調整ブロック 332 は、前記マシン情報および金型情報に基づいて、金型情報として設定された各成形荷重 F_{oi} でプレス加工が行われるように、4 箇所のダイハイト調整機構 240 の相対距離 h_b をそれぞれ独立に調整するもので、前記実施例における相対距離 h 調整ブロック 146 と全く同じ機能を有する。

【0062】コントローラ 280 はまた、以上の各制御とは別に、前記歪みゲージ 246 によって検出される 4 箇所の荷重 F_{bi} がそれぞれ予め定められたオーバーロード防止荷重 F_{oli} ($i=1, 2, 3, 4$) を超えないように、前記実施例におけるエア圧 P_c の制御と同様にエア圧 P_g を制御する。このエア圧 P_g については、使用する金型とは無関係に設定できるため、手動操作等により予め調整しておくようにしても差支えない。

【0063】このように、かかる本実施例のプレス機械 150 においても、予めマシン情報メモリ 310 に記憶されたプレス機械 150 固有のマシン情報および送受信機 304 を介して ID カード 306 から読み込んだ金型固有の金型情報に基づいて、個々のプレス機械の剛性や各部の摺動抵抗等の相違に拘らずしわ押え荷重 F_{so} 、成形荷重 F_{oi} でプレス加工が行われるように、エア圧 P_d 、 P_e 、 P_f 、相対距離 h_a 、 h_b がそれぞれ自動的に調整されるため、トライアンドエラーによる面倒な調整作業が解消して作業者の負担が大幅に軽減されるとともに、優れた品質のプレス品が安定して得られるようになる。なお、上記エア圧 P_d 、 P_e 、 P_f 、相対距離 h_a 、 h_b は、必ずしも厳密にエア圧 P_{dx} 、 P_{ex} 、 P_{fx} 、相対距離 h_{ax} 、 h_{bx} と一致するように制御する必要はなく、要求されるプレス品質を満たすように予め定められた所定の許容範囲内に入るように制御すれば良いことは前記実施例と同様である。

【0064】一方、本実施例のプレス機械 150 は、プレス素材 171 の所定の物理量に応じて皺や割れ、歪等が生じない適正なしわ押え荷重 F_{so} を求め、そのしわ押え荷重 F_{so} でプレス加工が行われるようにエア圧 P_e や相対距離 h_a が調整されるため、例えばコイル材毎にプレス素材 171 の物理量がばらついても所定のプレス品質が再現される。これにより、プレス素材 171 のばらつきに起因する不良品の発生が防止されるとともに、プレス素材 171 の材質や板厚等に関する保証精度が軽減される。また、材質や板厚等の僅かなばらつきに起因して割れや皺、歪などが発生し易い低グレードで安価なプレス素材を採用しても、所定のプレス品質が得られるようになり、製造コストを低減できる。しかも、適正なしわ押え荷重 F_{so} でしわ押えが行われるように ON、OFF 給排気バルブ 200 およびサーボモータ 174 が自動制御されるため、作業者の負担が大幅に軽減されると

ともに、物理量入力手段 284 から物理量が自動で入力されるようにすればプレス作業の完全自動化を図ることができる。

【0065】以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明は他の態様で実施することもできる。

【0066】例えば、前記実施例のプレス機械 10、150 は絞り加工を行うものであったが、曲げ加工等を行う他のプレス機械にも本発明は同様に適用され得る。

【0067】また、前記各実施例ではプレス素材 49、171 の物理量に応じて適正なしわ押え荷重 F_{so} を求め、そのしわ押え荷重 F_{so} でプレス加工が行われるようになっていたが、プレス素材 49、171 の所定の物理量に応じて適正な成形荷重を求め、その成形荷重でプレス加工が行われるようにしても良い。

【0068】また、前記実施例では適正張力 T_o および通過抵抗 μ を算出してしわ押え荷重 F_{so} を求めるようになっていたが、プレス素材 49、171 の物理量から直接しわ押え荷重 F_{so} を求めるようにすることも可能である。

【0069】また、前記実施例ではプレス素材 49、171 の物理量に基づいて適正張力 T_o 、通過抵抗 μ を求めるようになっていたが、例えば標準物理量およびその標準物理量の場合に所定のプレス品質が得られる標準張力 T_n 、標準通過抵抗 μ_n を定めておき、実際の物理量と標準物理量との偏差から補正張力 ΔT 、補正通過抵抗 $\Delta \mu$ を求め、適正張力 ($T_n + \Delta T$) や通過抵抗 ($\mu_n + \Delta \mu$) を求めるようにしても良い。標準物理量において所定のプレス品質が得られる標準しわ押え荷重 F_{sn} を設定し、実際の物理量と標準物理量との偏差から補正しわ押え荷重 ΔF_s を求め、それ等を加算して適正なしわ押え荷重 F_{so} を求めるようにすることもできる。

【0070】また、前記実施例では 4 箇所ずつのダイハイト調整機構 52、172、240 の相対距離 h 、 h_a 、 h_b がそれぞれ独立に調整され得るようになっていたが、単一のサーボモータ等により 4 箇所の相対距離 h 、 h_a 、 h_b がそれぞれ一律に調整されるプレス機械にも本発明は適用できる。エア圧 P_c 、 P_e 、 P_g についても、それぞれ共通の回路で一律に調圧されるようにしても良い。

【0071】また、前記実施例ではバランス用の 4 本ずつのエアシリンダ 80、216、266 がそれぞれ共通のエアタンク 82、218、268 に接続されていたが、それ等がそれぞれ独立のエアタンクを備えていてエア圧が独立に調整されるようになっていても良い。

【0072】また、前記実施例では各部のエア圧や油圧を調整する手段としてポンプや開閉弁、ON、OFF 給排気バルブなどが用いられていたが、他の種々の圧力調整手段を採用することが可能である。

【0073】また、前記第 1 実施例では油圧シリンダ 3

2によってクッションピン24の寸法のばらつき等を吸収する均圧クッション装置51を備えたプレス機械10について説明したが、油圧シリンダ32以外の寸法誤差吸収手段を備えた均圧クッション装置を有するプレス機械や、そのような均圧クッション機構を備えていないシングルアクション型のプレス機械にも本発明は適用され得る。前記エアシリンダ42の代わりに油圧シリンダが設けられ、その油圧シリンダ内の作動油をリリーフさせながら所定の下降抵抗を付与してしわ押え荷重を作用させるプレス機械にも適用され得る。

【0074】また、前記第2実施例では、シリンダ184のピストンが後退するハイドロ成形ゾーンでしわ押えを行う場合について説明したが、ピストンが後退する前のメカ成形ゾーンでしわ押えを行う場合にも本発明は適用され得、その場合には相対距離 h_a だけでしわ押え荷重 F_s を調整できる。

【0075】その他一々例示はしないが、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されたシングルアクション型プレス機械の一例を示す構成図である。

【図2】図1のプレス機械のダイハイト調整機構の近傍部分を示す構成図である。

【図3】図1のプレス機械の制御系統を説明するブロック線図である。

【図4】図1のプレス機械に荷重測定装置が配置された状態を示す図である。

【図5】図3のコントローラの機能を説明するブロック線図である。

【図6】図4の荷重測定によって得られる荷重波形の一例を示す図である。

【図7】図4の荷重測定によって得られるしわ押え荷重 F_s とエア圧 P_a との関係を示す図である。

【図8】図1のプレス機械の成形荷重 F_{fi} と相対距離 h との関係を示す図である。

【図9】図1のプレス機械でプレス加工を行うプレス素材の各部の寸法を説明する図である。

【図10】図1のプレス機械でプレス加工を行うプレス

素材の機械的性質に関する物理量を説明する図である。

【図11】本発明が適用されたダブルアクション型プレス機械の一例を示す構成図である。

【図12】図11のプレス機械のアウタ側ダイハイト調整機構の近傍部分を示す構成図である。

【図13】図11のプレス機械のインナ側ダイハイト調整機構の近傍部分を示す構成図である。

【図14】図11のプレス機械の制御系統を説明するブロック線図である。

【図15】図11のプレス機械に荷重測定装置が配置された状態を示す図である。

【図16】図14のコントローラの機能を説明するブロック線図である。

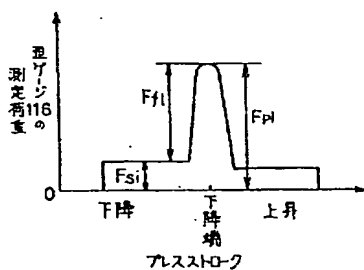
【図17】図11のプレス機械のしわ押え荷重 F_{si} と相対距離 h_a との関係を示す図である。

【図18】図17の荷重特性から目的とするしわ押え荷重 $F_{so}/4$ が得られる相対距離 h_{ax} を求める方法を説明する図である。

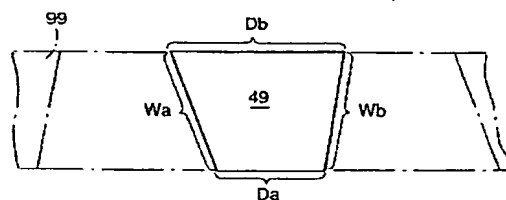
【符号の説明】

- 10：プレス機械
- 46：ON、OFF給排気バルブ（加工条件調整手段）
- 49：プレス素材
- 96：IDカード（関係記憶手段）
- 98：物理量入力手段
- 128：しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック（加工条件演算手段）
- 132：金型情報メモリ（関係記憶手段）
- 150：プレス機械
- 171：プレス素材
- 174：サーボモータ（加工条件調整手段）
- 200：ON、OFF給排気バルブ（加工条件調整手段）
- 284：物理量入力手段
- 286：しわ押え荷重 F_{so} 算出ブロック（加工条件演算手段）
- 306：IDカード（関係記憶手段）
- 312：金型情報メモリ（関係記憶手段）
- F_{so} ：しわ押え荷重（適正プレス加工条件）

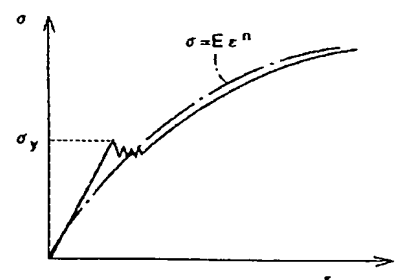
【図6】



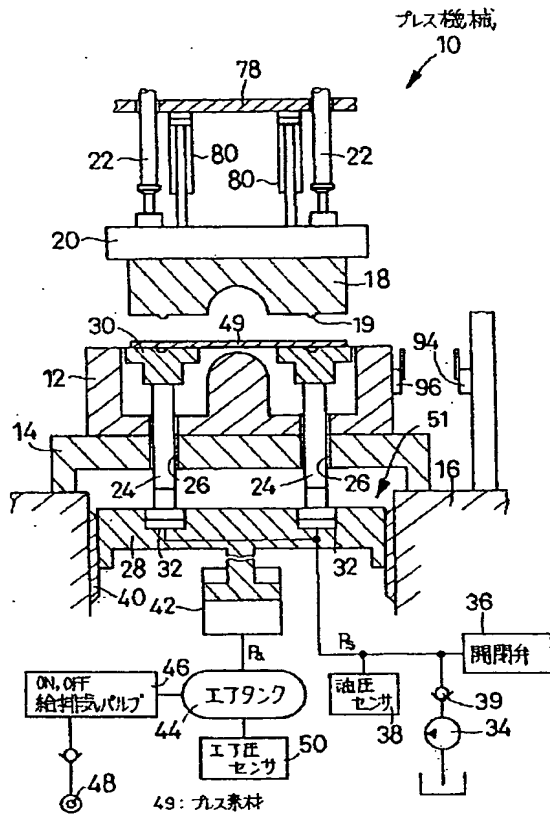
【図9】



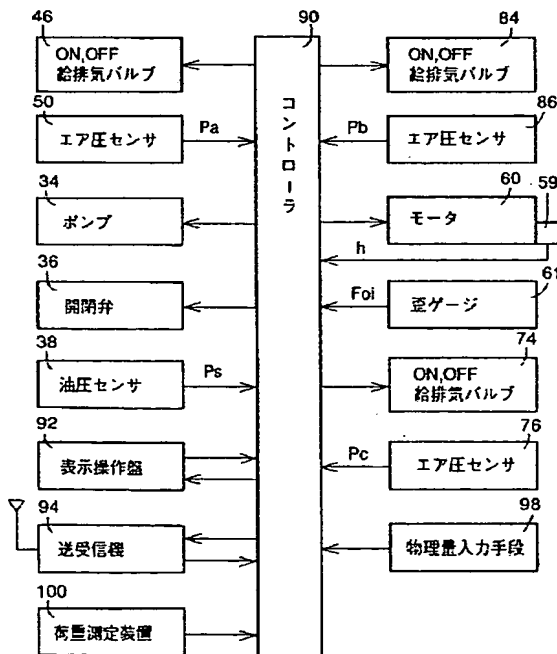
【図10】



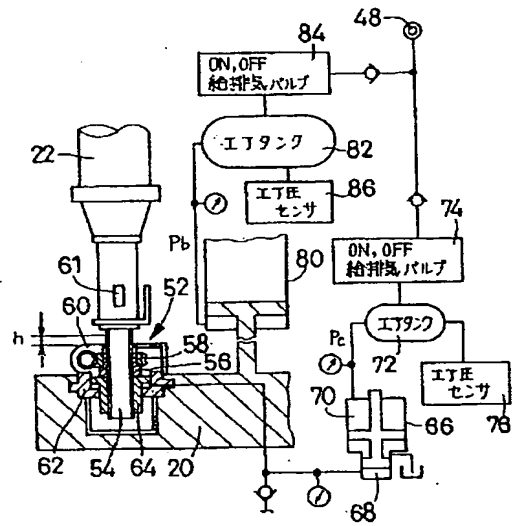
【図 1】



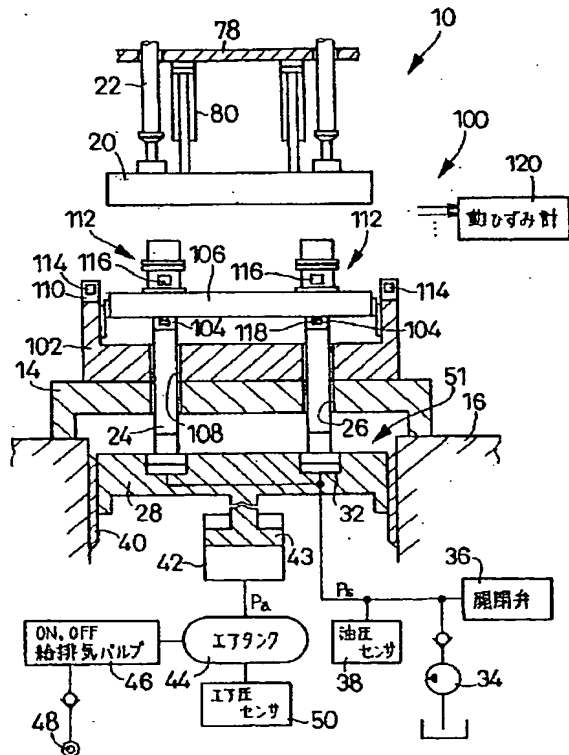
【図 3】



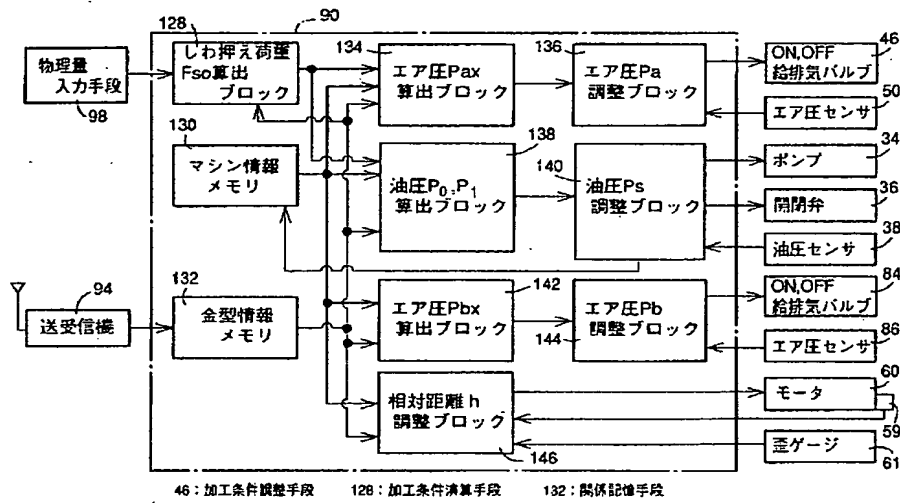
【図 2】



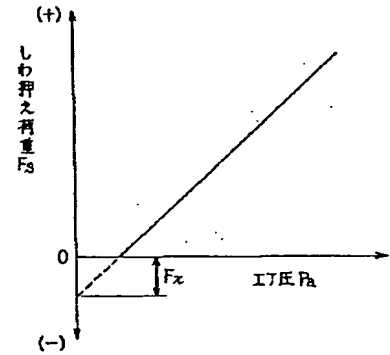
【図 4】



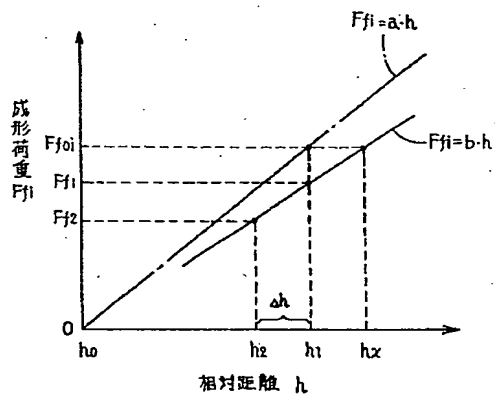
【図 5】



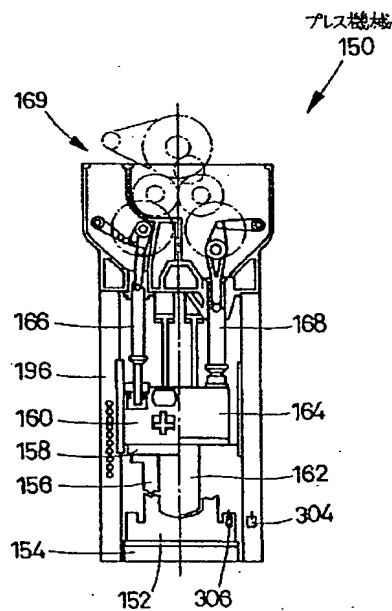
【図 7】



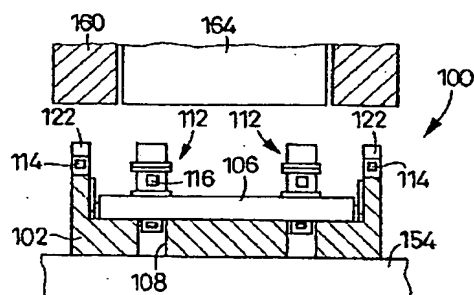
【図 8】



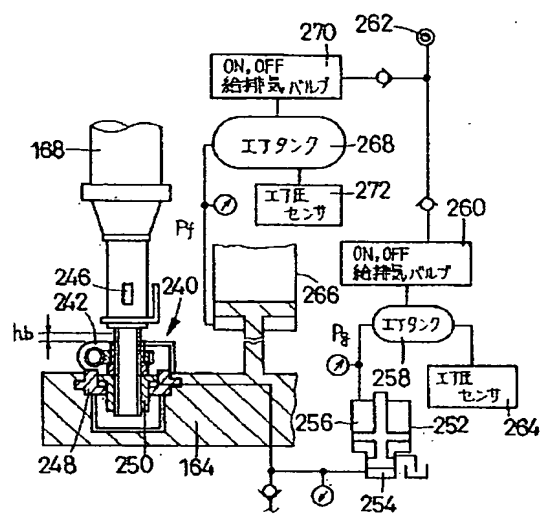
【図 11】



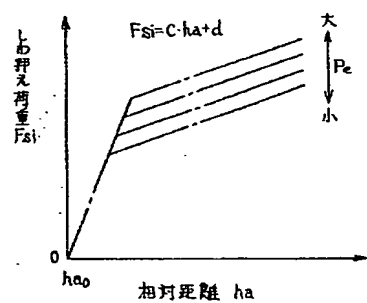
【図 15】



【图 13】



【図 17】



【図 16】

